

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-323149
 (43)Date of publication of application : 24.11.2000

(51)Int.CI.

H01M 8/02

(21)Application number : 11-127167
 (22)Date of filing : 07.05.1999

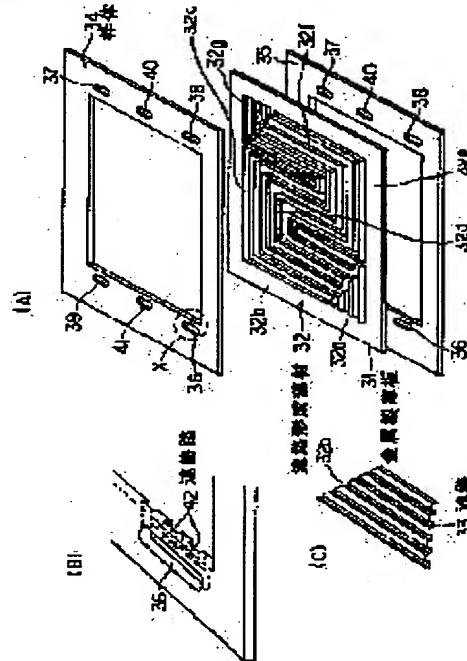
(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD
 (72)Inventor : ITO EIKI
 KOBAYASHI TOSHIRO
 MORIGA TAKUYA

(54) SEPARATOR FOR FUEL CELL AND MANUFACTURING DEVICE THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To evenly supply the reaction gas, raise the gas flow speed for eliminating the produced water, and provide electrical conductivity in the thickness direction.

SOLUTION: This separator is arranged between unit cells in a fuel cell stack formed by layering plural unit cells having electrodes arranged on both sides of a solid high molecular film. One side surface of the separator is provided with a fuel gas flow passage for supplying the fuel gas to the adjacent unit cell, and the other side surface is provided with an oxidant gas flow passage for supplying the oxidant gas to the other adjacent unit cell. This separator for fuel cell is provided with a metal thin plate 31, flow passage forming members 32 worked into a rectangular or corrugation and arranged on both sides of the metal thin plate 31, and frame bodies 34, 35 for holding these flow passage forming members 32 in the metal thin plate 31.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-323149

(P2000-323149A)

(43)公開日 平成12年11月24日(2000.11.24)

(51) Int.Cl.
H01M 8/02

識別記号

F I
H O 1 M 8/02

テーマコード(参考)
B 5H026

(21)出願番号 特願平11-127167

(22)出願日 平成11年5月7日(1999.5.7)

Digitized by srujanika@gmail.com

(71) 出願人 000006208
三菱重工業株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 伊藤 栄基
広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号
三菱重工業株式会社広島研究所内

(72) 発明者 小林 敏郎
広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号
三菱重工業株式会社広島研究所内

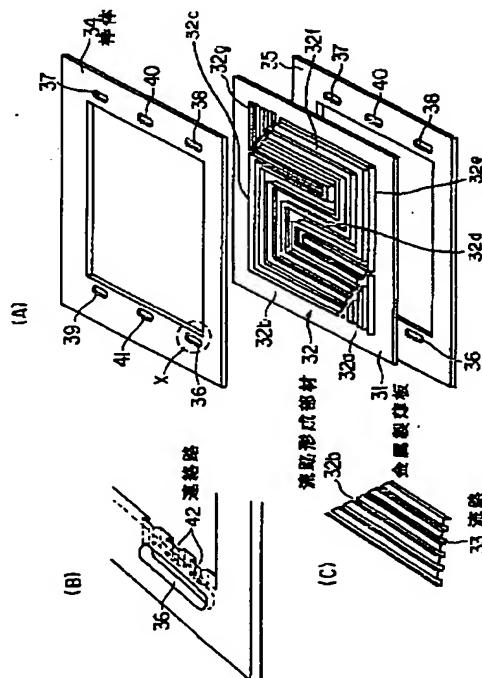
(74) 代理人 100058479
弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

(54) 【発明の名称】 燃料電池用セパレータ及び製造装置

(57) 【要約】

【課題】反応ガスを均一に供給するとともに、生成水を除去するためのガス流速のを速め、かつ厚さ方向の導電性を付与することを課題とする。

【解決手段】固体高分子膜の両側に電極を配してなる単位セルを複数積層してなる燃料電池スタックにおいて、前記単位セル間に配置され、一方の側面には隣接する単位セルに燃料ガスを供給するための燃料ガス流路を設け、かつ他方の側面には隣接する別の単位セルに酸化剤ガスを供給するための酸化剤ガス流路を設けた燃料電池用セパレータであり、金属製薄板31と、この金属製薄板31の両側に配置された矩形あるいは波形に加工された流路形成部材32と、これら流路形成部材32を金属製薄板31に保持する枠体34、35とを具備することを特徴とする燃料電池用セパレータ。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 固体高分子膜の両側に電極を配してなる単位セルを複数積層してなる燃料電池スタックにおいて、前記単位セル間に配置され、一方の側面には隣接する単位セルに燃料ガスを供給するための燃料ガス流路を設け、かつ他方の側面には隣接する別の単位セルに酸化剤ガスを供給するための酸化剤ガス流路を設けた燃料電池用セパレータであり、金属製薄板と、この金属製薄板の両側に配置された矩形あるいは波形に加工された流路形成部材と、これら流路形成部材を金属製薄板に保持する枠体とを具備することを特徴とする燃料電池用セパレータ。

【請求項2】 前記流路形成部材は、流路が蛇行するよう加工されていることを特徴とする請求項1記載の燃料電池用セパレータ。

【請求項3】 前記流路形成部材は、スポット溶接により前記金属製薄板に固定されていることを特徴とする請求項1記載の燃料電池用セパレータ。

【請求項4】 前記流路形成部材の溝幅は、燃料ガスあるいは酸化剤ガスの入口付近では大きく、排出口付近では小さいことを特徴とする請求項1記載の燃料電池用セパレータ。

【請求項5】 前記枠体は、厚み方向に貫通され、燃料ガス、酸化剤ガスあるいは冷却剤を流すマニホールドと、このマニホールドと前記流路形成部材の流路とを連通する連絡路とを有することを特徴とする請求項1記載の燃料電池用セパレータ。

【請求項6】 請求項1記載の燃料電池用セパレータを製造する装置であり、前記流路形成部材を前記金属製薄板に位置決めする抑え治具と、前記金属製薄板と流路形成部材との接点をスポット溶接する溶接用電極とを具備することを特徴とする燃料電池用セパレータの製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池用セパレータ及び燃料電池用セパレータの製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】周知の如く、地球環境保護の観点から燃料電池を自動車の内燃機関に代えて作動するモーターの電源として利用し、このモーターにより自動車を駆動することが検討されている。この燃料電池は、資源の枯渇問題を有する化石燃料を使う必要がないので排気ガス等を発生することがないとともに、騒音をほとんど発生せず、またエネルギーの回収効率も他のエネルギー機関と比べて高くできる等の優れた特徴を有している。

【0003】ところで、燃料電池を自動車に利用する場合、燃料電池は他の付帯設備とともにできるだけ小型でかつ軽量であることが望ましい。このようなことから、燃料電池の中でも固体高分子膜を2種類の電極で挟み込

み、更にこれらの部材をセパレータで挟んだ構成の固体高分子型燃料電池(PEFC: Polymer Electrolyte Fuel Cell)が注目されている。

【0004】図11は、固体高分子型燃料電池の原理図を示す。燃料電池単位セル1は、固体高分子膜2の両側に夫々酸素極3、水素極4を接合することにより構成されている。そして、この接合体は、固体高分子膜2の両側に酸素極3、水素極4を合わせた後、ホットプレス等により製造されている。前記酸素極3、水素極4は、反応膜5とガス拡散膜6が接合されたもので、前記固体高分子膜2とは反応膜5の表面が接触している。また、前記酸素極3、水素極4は、ガスや水を通過させるため内部がポーラス状になっている。電池反応は、主に固体高分子膜2と反応膜との間の接触面で起こる。前記酸素極3の片側には酸素流路、水素流路、冷却水通路を有するセパレータ7が接合され、前記水素極4の片側には酸素流路、水素流路、冷却水流路を有するセパレータ8が夫々接合されている。

【0005】こうした構成の燃料電池において、酸素流路及び水素流路は酸素及び水素を夫々供給すると、酸素、水素は各々のガス拡散膜を介して反応膜側へ供給され、各反応膜で次のような反応が起こる。

【0006】

一方の反応膜上での反応: $(1/2)O_2 + 2H^+ \rightarrow H_2O$

他方の反応膜上での反応: $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

ここで、 $2H^+$ は固体高分子膜2を通過して水素極4から酸素極3へ流れるが、 $2e^-$ は負荷9を通過して水素極4から酸素極3へ流れ、電気エネルギーが得られる。

【0007】上述した固体高分子型燃料電池(セル)10は、例えば図12に示すように複数個積層され、エンドフランジ11で挟んだ状態で締結ボルト12により固定して締め付けられている。

【0008】従来、上記燃料電池に使用されるセパレータとしては、例えば図10に示す構成のものが知られている。セパレータ13の両面には、反応ガス(酸化剤ガス、燃料ガス)を流すための溝が矢印のように蛇行して形成されている。前記セパレータ13の両側には酸化剤ガスの導入、排出用のマニホールド14、15、燃料ガスの導入、排出用のマニホールド16、17、及び冷却剤の導入、排出用のマニホールド18、19が夫々設けられている。なお、図中の付番20はボルト穴を示す。

【0009】しかし、図10のセパレータの場合、全て金属材料で製作されているため、重量が非常に大きくなるという問題点があった。また、金属材料を用いているため、酸化剤ガスや燃料ガスの導入、排出用のマニホールド間をつなぐ溝の加工が難しく、コスト高を招いていた。

【0010】また、従来、セパレータとしては、特開平8-222237号公報、特開平10-74530号公

報等が知られている。前者のセパレータは、金属材料からなるセパレータ板の表裏面に緻密カーボングラファイトをコーティングし、これにエンボス加工ないしディンプル加工を施して突起を適当な間隔（数ミリ間隔）で設け、更に前記セパレータ板をフェノール樹脂等からなるセパレータ枠部材により挟み込み、夫々の接合部分には予めシール材を塗布した構成となっている。しかし、前者のセパレータによれば、突起間で形成される燃料ガス流路溝や酸化剤ガス流路溝が平面的に見て一方向に揃っていないため、反応ガスの供給が不均一になるという問題があった。また、同様な理由により、電池反応により生じる生成水を除去するための十分なガス流速を得ることができないという問題があった。

【0011】一方、後者のセパレータは、セパレータ本体と該セパレータ本体の外縁部に一体的に被覆された高分子材料からなる外枠部から構成され、前記セパレータ本体にプレス成形により多数個の凹凸からなる膨出成形部を形成して正極室、負極室を形成した構成となっている。しかし、この後者のセパレータの場合も、前者のセパレータと同様、反応ガスの供給が不均一で、十分なガス流速を得ることができない。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、こうした事情を考慮してなされたもので、金属製薄板と、この金属製薄板の両側に配置された矩形あるいは波形に加工された流路形成部材と、これら流路形成部材を金属製薄板に保持する枠体とを具備した構成とすることにより、反応ガスを均一に供給できとともに、電池反応により生じる生成水を除去するためのガス流速を速めることができる燃料電池用セパレータを提供することを目的とする。

【0013】また、本発明は、流路形成部材を前記金属製薄板に位置決めする押え治具と、前記金属製薄板と流路形成部材との接点をスポット溶接する溶接用電極とを具備した構成とすることにより、ガスを通過させるための流路をシール性よく確実に形成できるとともに、厚さ方向の導電性を付与しえる燃料電池用セパレータの製造装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本願第1の発明は、固体高分子膜の両側に電極を配してなる単位セルを複数積層してなる燃料電池スタックにおいて、前記単位セル間に配置され、一方の側面には隣接する単位セルに燃料ガスを供給するための燃料ガス流路を設け、かつ他方の側面には隣接する別の単位セルに酸化剤ガスを供給するための酸化剤ガス流路を設けた燃料電池用セパレータであり、金属製薄板と、この金属製薄板の両側に配置された矩形あるいは波形に加工された流路形成部材と、これら流路形成部材を金属製薄板に保持する枠体とを具備することを特徴とする燃料電池用セパレータである。

【0015】本願第2の発明は、前記燃料電池用セパレ

ータを製造する装置であり、前記流路形成部材を前記金属製薄板に位置決めする押え治具と、前記金属製薄板と流路形成部材との接点をスポット溶接する溶接用電極とを具備することを特徴とする燃料電池用セパレータの製造装置である。

【0016】

【発明の実施の形態】以下 本発明の燃料電池用セパレータ及び該セパレータの製造装置について更に具体的に説明する。本発明において、前記流路形成部材は、流路が蛇行するように加工されていることが好ましい。こうした構成にすることにより、反応ガスを流路に沿って方向性よく供給でき、反応ガスを単位セルへ均一に供給できるとともにガス流速を速めることができる。また、流路形成部材は、スポット溶接により前記金属製薄板に固定することができる。こうした溶接を行なえば、流路形成部材を金属製薄板に確実に固定できるとともに、セパレータの厚さ方向の導電性を付与できる。

【0017】前記流路形成部材の溝幅は、燃料ガスあるいは酸化剤ガスの入口付近では大きく、排出口付近では小さいことが好ましい。こうした構成にすることにより、反応ガスの排出口付近でガスの流速を大きくすることができます、生成水の排出が容易になる。前記流路形成部材の材質としては、例えばステンレス鋼、チタン、モリブデン、タンクステンが挙げられる。このうち、ステンレス鋼は導電性、耐食性に優れているので最も好ましい。

【0018】前記流路形成部材の板厚は、十分な発電性能を保持すること及び流路を十分保持できる範囲が必要であることから、0.02~1.0mmの範囲が好ましい。事実、ピッチと板厚を変えて発電特性を調べたところ、下記表1のような結果が得られた。但し、ガスとしてはH₂-Ar、利用率(H₂を使用する割合)50%、圧力2atm、セル温度80℃の条件下で特性を調べた。

【0019】

【表1】

| ピッチ (mm) | 板厚 (mm) | 発電特性 | | 結果 |
|-------------|------------|--------|--------|----|
| | | 電圧 (V) | 電流 (A) | |
| 0.5 | 0.01 | 0.7 | 0.33 | 良好 |
| | 0.05 | | 0.34 | 良好 |
| | 0.2 | | 0.34 | 良好 |
| 2 | 0.01 | 0.7 | 0.35 | 良好 |
| | 0.05 | | 0.35 | 良好 |
| | 0.2 | | 0.34 | 良好 |
| 3 | 0.01 | 0.7 | 0.34 | 良好 |
| | 0.05 | | 0.35 | 良好 |
| | 0.2 | | 0.34 | 良好 |

【0020】本発明において、前記枠体としては、厚み方向に貫通され、燃料ガス、酸化剤ガスあるいは冷却剤を流すマニホールドと、このマニホールドと前記流路形

成部材の流路とを連通する連絡路とを有する構成のものが挙げられる。ここで、前記連絡路は、枠体の縁部を利用して枠体と一体的に形成してよいし(図1参照)、あるいは枠体のマニホールド部分に窪みを設け、別な部材をこの枠体の窪みにはめ込んで形成してもよい(図7参照)。また、枠体は例えば後述する実施例1のように金属製薄板の両側に夫々形成する必要はなく、金属製薄板の片側の面にのみ形成し、かつ枠体を設けない側の金属製薄板の縁部に流路形成部材を囲むように樹脂層を形成した構成のものでもよい。更に、前記枠体の材質としては、ポリカーボネート等の高分子材料が挙げられる。前記枠体は、モールド成形もしくは射出成形より形成することが可能である。前記枠体の高さは、流路形成部材の高さと略一致していることがガス漏れの防止等の点から好ましい。

【0021】本発明の燃料電池用セパレータの製造装置において、金属製薄板の両側に流路形成部材を固定するには、一方の流路形成部材を押え治具の溝形状に沿って配置した後、金属製薄板、別な流路形成部材を順に積層し、2つの流路形成部材と金属製薄板の3点が接している点を溶接用電極でスポット溶接を行うことにより実現できる。なお、スポット溶接を行う代わりに燃料電池の製作時の面圧だけで流路形成部材を金属製薄板に固定することも可能である。

【0022】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。なお、下記実施例に記載された数値、材料等は一例を示すもので、本願の権利範囲を特定するものではない。

(実施例1) 図1(A)～(C)及び図2を参照して説明する。ここで、図1(A)は本発明に係る燃料電池用セパレータの展開斜視図、図1(B)は図1(A)の要部Xの拡大斜視図、図1(C)は図1(A)の流路形成部材の一部の斜視図、図2は流路形成部材の概略的な平面図を示す。

【0023】図中の付番31は、ステンレス鋼製の金属製薄板を示す。この金属製薄板31の両面には、矩形に加工されたステンレス鋼製の流路形成部材32が形成されている。ここで、流路形成部材32は、複数の流路部材32a～32gを流路33が矢印Aの如く蛇行しがつつながるように順次配置して構成されている。前記流路形成部材32は、後述するようにスポット溶接により金属製薄板31に固定されている。前記各流路部材32a～32gは例えば平坦な薄板を矩形にプレス加工することにより形成されるているが、波形に加工してもよい。

【0024】前記金属製薄板31の両面には、流路形成部材32を囲むように流路形成部材32とほぼ同じ高さの枠体34、35が夫々配置されている。ここで、枠体34、35の材質は、例えばポリカーボネイトからなる。前記枠体34、35の両側には、燃料ガスを導入、排出用のマニホールド(燃料ガス流路)36、37、酸

化剤ガス導入、排出用のマニホールド(酸化剤ガス流路)38、39、冷却剤導入、排出用のマニホールド40、41が夫々形成されている。

【0025】前記マニホールド36には、図1(B)に示すように、流路形成部材32の流路33と連通する連絡路42が形成されている。なお、他のマニホールド37、38、39もマニホールド36と同様な構成になっている。

【0026】上記実施例1に係る燃料電池用セパレータは、ステンレス鋼製の金属製薄板31と、この金属製薄板31の両面に矩形に加工されたステンレス鋼製の流路形成部材32、32と、前記金属製薄板31の両面に前記流路形成部材32、32を夫々囲むように配置された枠体34、35とを具備した構成となっている。しかるに、流路形成部材32によって形成される流路は、図2に示すように方向性を有しているため、従来と比べ、各マニホールドから流路33へ反応ガスを均一に供給できるとともに、電池反応によって生じる生成水を除去するためのガス流速を速めることができる。また、流路形成部材32と枠体34、35の高さが同じであるため、簡単な構造でシール性を保持できる。

【0027】事実、上記実施例1に係る燃料電池用セパレータと、図5に示すように反応ガス用流路が金属材料をディンプル加工(凸部43)により加工されている燃料電池用セパレータ(比較例1)、及び図6に示すように反応ガス用流路44が金属材料をプレス加工によりストライプ形状になっている燃料電池用セパレータ(比較例2)とを、反応ガスの均一供給、ガス流速の速さ、流路形状の自由度について比較したところ、下記表2に示す結果を得た。

【0028】

【表2】

| | 反応ガスの均一供給 | ガス流速の速さ | 流路形状の自由度 |
|------|-----------|---------|----------|
| 実施例1 | 十分 | 速い | 自由度 大 |
| 比較例1 | 不十分 | 遅い | 自由度 小 |
| 比較例2 | 十分 | 遅い | 自由度 小 |

【0029】その結果、実施例1では比較例1、2に比べて、ガス供給、ガス流速、流路形状の自由度の点で優れていることが確認できた。なお、図8のように3枚のセパレータ部材45a、45b、45cを導入マニホールド46、排出マニホールド47で直列に接続する方法もあるが、二重マニホールドが必要となるので、構造が複雑となり、シール方法も本発明と比べて複雑となる。

【0030】(実施例2)図4(A)～(C)を参照する。ここで、図4(A)は実施例2に係る燃料電池用セパレータの一構成を示す流路形成部材50の平面図、図4(B)は図4(A)のX-X線に沿う断面図、図4(C)は図4(A)のY-Y線に沿う断面図を示す。但

し、図1と同部材は同符号を付して説明を省略する。

【0031】本実施例2は、流路形成部材50の流路33の溝幅が図4(B)に示すように反応ガスの入口付近でWと大きく、反応ガスの出口付近で図4(C)に示すようにWと狭くなっていることを特徴とする。なお、流路形成部材50は、流路部材50a, 50b, 50c, 50d, 50e, 50f, 50gを順次流路33がつながるようにして配置することにより構成されている。上記実施例2によれば、反応ガスの出口付近でガス流速を大きくすることができ、電池反応によって生じる生成水の排出を容易にできる。

【0032】(実施例3)図7を参照する。実施例3の基本的な構成は実施例1と同様であり、マニホールド36の周囲の枠体34に窪み61を設け、流路を形成する整流板62を裏面にかつ厚さ方向にマニホールド36と同じ形状の開口部63を形成したヘッダ部材64を窪み61に装着する構成となっている。ここで、前記ヘッダ部材64の上面は、枠体34の上面と同じ高さになるよう加工されている。なお、他のマニホールド37, 38, 39も、マニホールド36と同様な構成になっている。また、枠体35も同様な構成となっている。実施例3によれば、流路を形成する整流板62を裏面に形成したヘッダ部材64の存在により、マニホールドから流路形成部材の流路へガスを均一に供給できる。

【0033】(実施例4)図3を参照する。図3は、本発明に係る燃料電池用セパレータの製造装置の概略図を示す。なお、図1と同部材は同符号を付して説明を省略する。前記製造装置は、流路形成部材32を金属製薄板31に位置決める押え治具51と、金属製薄板31と流路形成部材32との接点をスポット溶接する溶接用電極52とから構成されている。前記押え治具51の表面には、流路形成部材32の溝形状と対応した溝部が形成されている。

【0034】上記製造装置を用いて流路形成部材32を金属製薄板31に固定するには、流路形成部材32を押え治具51の溝部と同じになるようにセットし、その上に順に金属製薄板31、別の流路形成部材32を積層した後、上下の流路形成部材32と金属製薄板31の3点が接している点を溶接用電極52にてスポット溶接を行う。このスポット溶接により、流路形成部材32を金属製薄板31に固定することができると同時に、セパレータ厚さ方向の導電性を付与することができる。なお、十分な導電性を得るために、スポット溶接の総面積が流路形成部材32の面積の0.5%以上になることが望ましい。

【0035】(実施例5)上記実施例では、スポット溶接により流路形成部材を金属製薄板に固定する場合について述べたが、本実施例5は、流路形成部材を金属製薄板に積層時の面圧だけで固定した例を示す。こうした方法によれば、スポット溶接の工程を省くことができ、コ

スト低減を図ることができる。

【0036】図9は、実施例1及び実施例5の燃料電池用セパレータの電気抵抗と組立時の面圧との関係を示す。図9より、実施例5では、実施例1よりもセパレータの電気抵抗が大きくなっていることがわかるが、電極での抵抗に比べて十分小さいので問題がない値である。

【0037】

【発明の効果】以上詳述したように本発明の燃料電池用セパレータによれば、金属製薄板と、この金属製薄板の両側に配置された矩形あるいは波形に加工された流路形成部材と、これら流路形成部材を金属製薄板に保持する枠体とを具備した構成とすることにより、反応ガスを均一に供給できるとともに、電池反応により生じる生成水を除去するためのガス流速を速めることができる。

【0038】また、本発明の燃料電池用セパレータの製造装置によれば、流路形成部材を前記金属製薄板に位置決めする押え治具と、前記金属製薄板と流路形成部材との接点をスポット溶接する溶接用電極とを具備した構成とすることにより、ガスを通過させるための流路をシール性よく確実に形成できるとともに、厚さ方向の導電性を付与できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係る燃料電池用セパレータの説明図。

【図2】図1の燃料電池用セパレータの一構成である流路形成部材の概略的な平面図。

【図3】本発明の実施例4に係る燃料電池用セパレータの製造装置の説明図。

【図4】本発明の実施例2に係る燃料電池用セパレータに使用される流路形成部材の概略的な平面図。

【図5】比較例1に係る燃料電池用セパレータの平面図。

【図6】比較例2に係る燃料電池用セパレータの平面図。

【図7】本発明の実施例3に係る燃料電池用セパレータの説明図。

【図8】3枚のセパレータ部材からなるセパレータを導入マニホールド及び排出マニホールド間で直列に接続する方法の説明図。

【図9】本発明の実施例1及び実施例5に係る燃料電池用マニホールドにおけるセパレータの電気抵抗と面圧との関係を示す特性図。

【図10】従来の燃料電池セパレータの説明図。

【図11】燃料電池の原理図。

【図12】PEFCスタックの説明図。

【符号の説明】

31…金属製薄板、

32、50…流路形成部材、

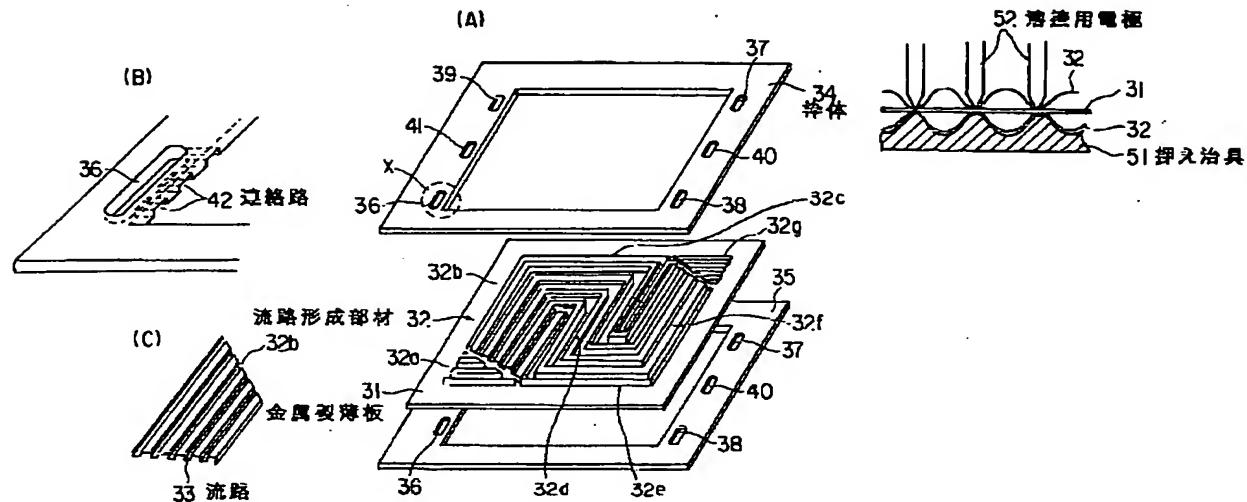
32a～32g、50a～50g…流路部材、

33…流路、

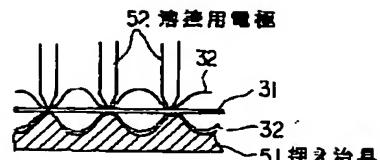
34、35…枠体、
36～41…マニホールド、
42…連絡路、

51…押え治具、
52…溶接用電極。

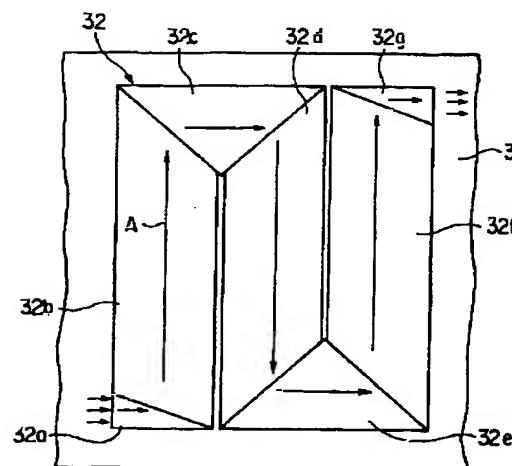
【図1】



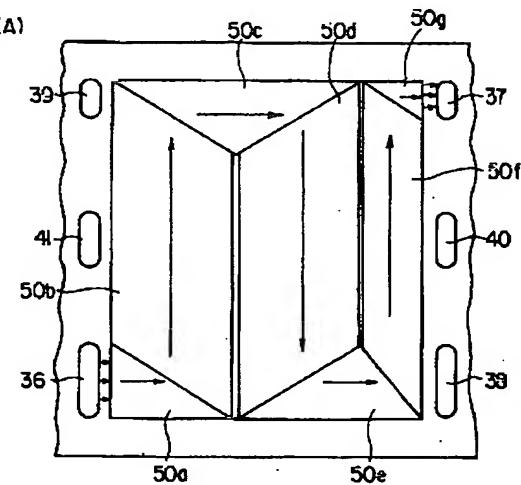
【図3】



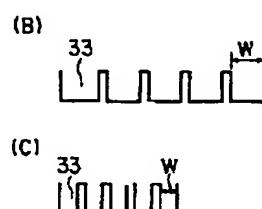
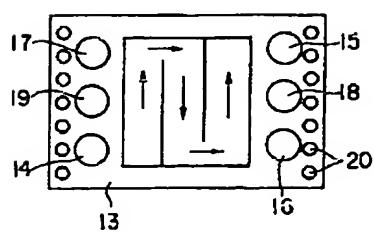
【図2】



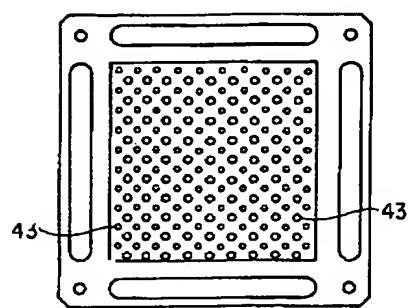
【図4】



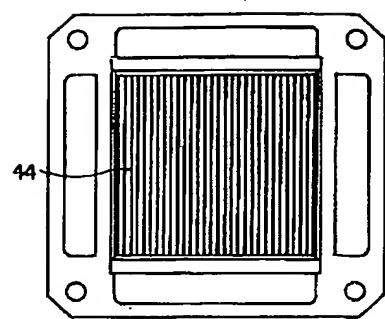
【図10】



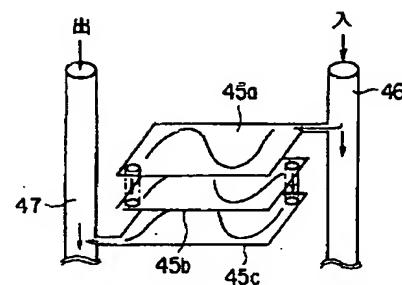
【図5】



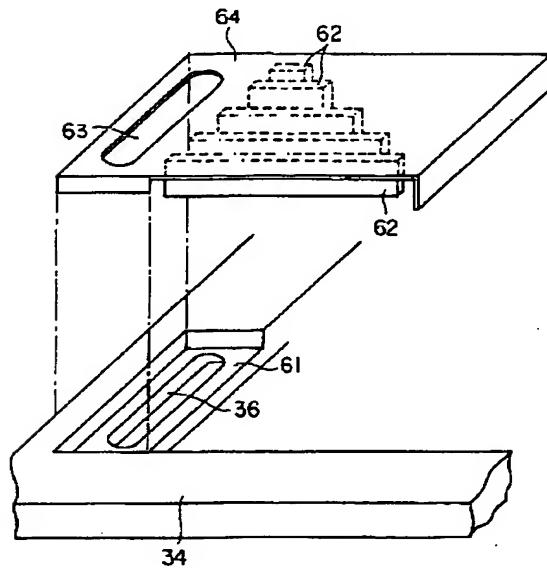
【図6】



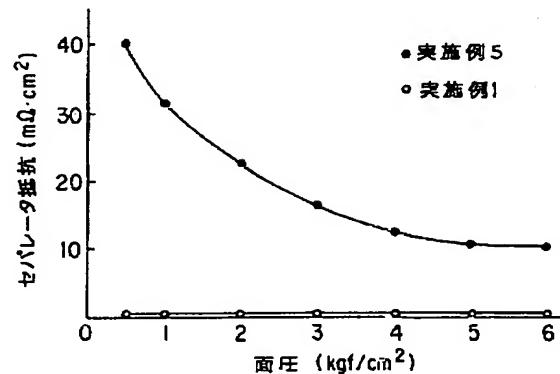
【図8】



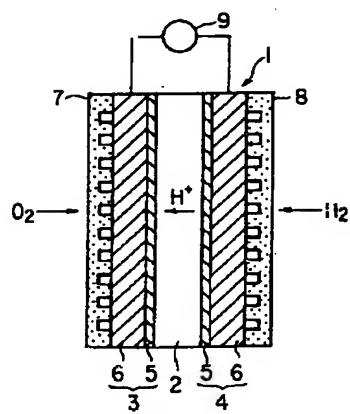
【図7】



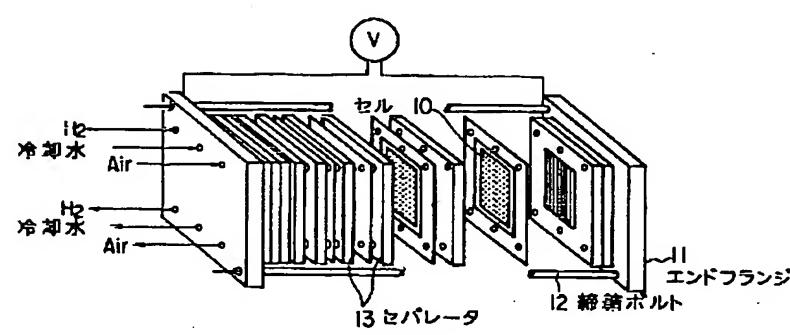
【図9】



【図11】



【図12】



(8) 000-323149 (P2000-323149A)

フロントページの続き

(72)発明者 森賀 卓也
広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号
三菱重工業株式会社広島研究所内

F ターム(参考) 5H026 AA06 BB00 CC03 CC05 CC08
EE02 HH03